

Primeiras impressões acerca de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem a partir do emprego da formação de espeleotemas como tema problematizador

O. P. Santiago^{1*}; D. S. Jesus¹; C. T. Nunes¹⁻²; J. C. Silva¹⁻²; E. L. Silva¹

¹ Departamento de Química, Universidade Federal de Sergipe, Campus Professor Alberto Carvalho, 49500-00, Itabaiana/SE, Brasil

² Núcleo de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Sergipe, Cidade Universitária Professor José Aloísio de Campos, 49100-000, São Cristóvão/SE, Brasil

*ortencia_rm@hotmail.com;

(Recebido em 23 de fevereiro de 2015; aceito em 08 de junho de 2015)

O desenvolvimento de materiais a serem aplicados em sala de aula, sob a finalidade de trazer mudanças no modo como o ensino vem acontecendo nas escolas, permeia os debates em Ensino de Ciências. Os pesquisadores da área passam a adotar novas metodologias, dentre as quais salienta-se pelo presente trabalho as Sequências de Ensino-Aprendizagem (SEA), uma corrente europeia que tem como objetivo apresentar um currículo curto para abordar determinado conhecimento científico em classe. As SEA apresentam flexibilidade, isto por permitirem a adoção de outras metodologias e abordagens de ensino, tais como problematização e contextualização dos conceitos a serem trabalhados. Neste artigo, busca-se apresentar os primeiros resultados através da aplicação de uma SEA, intitulada “Cavernas: o fascinante Brasil subterrâneo”, resultado das atividades do grupo do PIBID/Química/UFS/Itabaiana; em que buscou-se trabalhar a formação de espeleotemas e a partir destes ressaltar quais os conceitos que a Química permite evidenciar. Através do desenvolvimento da referida SEA também se objetivou trazer as possíveis relações de interdisciplinaridade. Os resultados refletem a execução de uma validação interna, em que toma-se dois momentos da aplicação como objetos de investigação para a presente pesquisa. São tomadas as respostas iniciais ao questionário problematizador e os mapas conceituais elaborados ao final do processo de ensino-aprendizagem, realizado juntamente a alunos da 2ª série do Ensino Médio. Por meio dos momentos citados são expressas as primeiras concepções que os envolvidos no processo detinham e como eles passaram a conceber a temática trabalhada.

Palavras-chave: Espeleotemas; sequência de ensino-aprendizagem; validação interna.

First impressions of a teaching-learning sequence, from the use of speleothems formation as problem-solving theme

The development of materials to be applied in the classroom, in order to bring changes in the way like teaching is happening in schools permeates the debates in Science Teaching. Therefore researchers in the area start to adopt new methodologies, among which it is stressed by this paper Teaching-Learning Sequences (TLS), a european chain, that aims to present a short curriculum to approach specific scientific knowledge in class. The SEA have flexibility, that they allow the adoption of other teaching methodologies and approaches, such as questioning and contextualization of the concepts to be worked. Upon exposed by this article we seek to present the first results through the application of TLS, entitled "Caves: the fascinating underground Brazil", result of the group's activities PIBID/Chemistry/UFS/Itabaiana, in which we tried to work the formation of speleothems and from this point out which concepts that Chemistry makes it plain. Through the development of that SEA also aimed to bring the possible relations of interdisciplinarity. The results thus presented reflect the implementation of an internal validation, as it takes up two application times as research objects to this research, thus the initial responses are taken to problem-solving questionnaire and concept maps drawn up at the end of the process teaching and learning, held together the students of the 2nd year of high school. Through the aforementioned moments are expressed early conceptions involved in the process held and how they came to conceive the theme worked.

Keywords: Speleothems, Teaching-Learning Sequence, Internal validation..

1. INTRODUÇÃO

Inúmeras pesquisas voltadas ao Ensino de Ciências vêm debatendo sobre o emprego de novas abordagens metodológicas no espaço de aprendizagem, dentre as quais se pode ressaltar a elaboração e aplicação de Sequências de Ensino-Aprendizagem (SEA), uma corrente

metodológica europeia que no âmbito internacional é tomada às discussões como Teaching-Learning Sequences (TLS)¹.

A abordagem das SEA visa contribuir para a obtenção de melhores resultados na aprendizagem do conhecimento científico abordado em classe¹⁻² e, ainda, que tais conhecimentos tenham estreita relação com algo próximo da realidade ou da visão de mundo dos estudantes. Esses materiais devem contemplar as relações professor/aluno e mundo material/conceitos científicos², de forma que todos participem do processo de ensino-aprendizagem em um mesmo patamar.

Essa modalidade de material didático carece de validação, o que confere confiabilidade à SEA. “A validação busca confirmar que o instrumento possui o desempenho que sua aplicação requer e também garantir a confiabilidade de seus resultados” (Giordan, 2013, p. 2). Para realização da validação é necessária uma análise de todos os momentos que constituem a SEA, implicando em um olhar atento para sua elaboração e construção, aplicação e resultados obtidos.⁴ Para tal, segue-se a perspectiva *a priori* e *a posteriori*².

No processo de validação *a priori* são estudados os objetivos pretendidos de cada aula desenvolvida e noções prévias do conhecimento a ser trabalhado. Ao propor-se validar a SEA *a posteriori* são observados os resultados obtidos durante e após a aplicação do material. Esta validação se subdivide em dois outros processos, externo – comparação entre diferentes grupos de aprendizagem – e interno – avaliando-se o grupo de maneira aprofundada².

Como proposta de trabalho, considera-se o uso da SEA no planejamento e produção de materiais didáticos, conforme a abordagem problematizadora³; que, além da abordagem temática, presume a utilização da experimentação como meio para resolver problemas reais com base em aulas dialógicas⁵. Tal ressalva justifica-se pelo fato de que aulas onde tais elementos não são observados, muitas vezes, não permitem que o aluno aplique o conhecimento visto em classe em outras situações, com exceção daquelas ofertadas no momento da sala de aula. Além disso, a adoção destas ferramentas de ensino se caracterizam como um exercício do conhecimento.

A problematização com base na abordagem temática permite a aproximação com o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)⁶, com vistas a formar indivíduos críticos, através do desenvolvimento de atitudes e valores humanísticos; auxiliando o processo de aprendizagem do conhecimento científico, bem como a promoção da correlação do conceito trabalhado em classe com o mundo.

Seguindo a linha de trabalho com a problematização em classe é possível atrelar o emprego dos três momentos pedagógicos⁷: *problematização inicial*; *organização do conhecimento* e *aplicação do conhecimento*. Tal abordagem tem por objetivo facilitar o processo de aprendizagem, pois permite trabalhar por meio da previsão daquilo que o aluno já tem como conhecimento, possibilitando acrescentar elementos para a construção de um novo conhecimento. Desse modo, tem-se a utilização da problematização em classe e a evolução do conhecimento do aluno, viabilizando a obtenção de resultados de aprendizagem mais efetiva.

A definição dos três momentos pedagógicos é colocada como elemento na discussão que se segue: *problematização inicial* – apresentar um tema que instigue os alunos a expor suas concepções acerca do assunto proposto; *organização do conhecimento* – propor exercícios que tratem os conceitos necessários para a captação da problematização inicial; *aplicação do conhecimento* – elaborar uma nova ocorrência na qual o aluno consiga aplicar o conhecimento adquirido.⁷

Nesse contexto, uma das atividades do PIBID/Química da Universidade Federal de Sergipe (UFS), *Campus* Professor Alberto Carvalho, é justamente a elaboração das SEA, com o objetivo de serem aplicadas a alunos das escolas públicas da região vinculadas ao projeto. A SEA a ser colocada em discussão no presente trabalho tem como título “Cavernas: O fascinante Brasil subterrâneo”, e a abordagem observada nela traz a proposta de interdisciplinaridade entre a Geografia e a Química; com ênfase na formação de cavernas como decorrência de um processo demorado e complexo do equilíbrio químico, realizado pela própria natureza.

O objetivo do presente trabalho é apresentar a discussão advinda do processo de elaboração, aplicação e início da validação da SEA, ressaltando os efeitos resultantes no grupo de alunos participantes da pesquisa por meio de uma problematização acerca do tema de

estalactites e estalagmites. Busca-se também correlacionar a formação dessas estruturas com conceitos químicos, observando-se uma metodologia que insere os três momentos pedagógicos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

No grupo do PIBID/Química/UFS, *Campus* Professor Aberto Carvalho, que trabalha com as SEA, todo o desenvolvimento das atividades é iniciado através da pesquisa de temas que possam permitir a problematização do conhecimento científico em sala de aula, bem como a inserção de propostas como a contextualização, a interdisciplinaridade e a experimentação. Após a pesquisa de temas, há a fase do planejamento e organização das atividades para posteriormente serem aplicadas em sala de aula.

O presente trabalho é decorrente da primeira aplicação da SEA “Cavernas: O fascinante Brasil subterrâneo”, que aconteceu no Colégio Estadual Emeliano Ribeiro, da cidade de São Domingos/SE, com um grupo de 12 estudantes que participaram de todas as etapas da coleta de dados.

O referencial que define a SEA, para uma melhor compreensão da pesquisa no ensino, é Méheut e Psillos, o qual traz a sequência como um currículo curto (8-10 aulas) que procura discorrer sobre um tema central e, por conseguinte, busca apresentar o conhecimento científico aplicável à situação tomada como norteadora.¹ A SEA a ser discutida no presente trabalho apresenta 10 aulas. Nessa perspectiva de currículo curto para construção das aulas, atrelado a uma temática que proporcionasse a didática comentada anteriormente, procurou-se trabalhar o conhecimento químico que permeia a formação de estalactites e estalagmites presentes no interior das cavernas. Nesse sentido, a SEA recebeu a denominação de “Cavernas: O fascinante Brasil subterrâneo”.

Seguindo as orientações de Delizoicov, Angotti e Pernambuco e aplicando-as ao desenvolvimento das atividades com a referida SEA, a *problematização inicial* constituiu-se através da apresentação do texto introdutório “Cavernas: O fascinante Brasil Subterrâneo”⁹, que teve por finalidade nortear o aluno, oferecendo uma ideia geral sobre o que seria abordado no decorrer da SEA. A apresentação do texto foi seguida por perguntas problematizadoras, cuja função foi de efetivar o primeiro momento pedagógico e, ao mesmo, tempo coletar informações acerca das concepções prévias que os alunos detinham a respeito do tema e do conteúdo correlacionado. Além disso, por meio deste instrumento inicial, foi possível observar a eventual evolução dos alunos durante a aplicação da SEA.¹

O segundo momento, a *organização do conhecimento*, envolveu a realização de atividades em classe que visavam possibilitar a inserção do conhecimento científico requerido, de modo que o aluno viesse compreendê-lo de maneira mais efetiva. As atividades experimentais que integraram a SEA tiveram como objetivo levar à compreensão do processo semelhante à formação de estalactites e estalagmites presentes nas cavernas; apresentar a solubilidade do carbonato de cálcio em diferentes temperaturas; e o equilíbrio químico entre o sal, o gás carbônico e a água. Em seguida, destacou-se os conteúdos envolvidos nos experimentos colocados em classe, tais como soluções, solubilidade e curva de solubilidade, equilíbrio químico, equilíbrio iônico da água, produto de solubilidade (K_{ps}), e fatores que podem alterar o equilíbrio. Dentro desse contexto, outro experimento que reforçava a ideia de equilíbrio químico foi dado, empregando o bicarbonato de sódio e o ácido acético.

Na fase de *aplicação do conhecimento*, foram colocadas duas questões em classe, por meio das quais buscou-se instigar os alunos a relacionarem o conhecimento trabalhado no decorrer da SEA a outros contextos. Também realizou-se uma atividade avaliativa, baseada na construção de mapas conceituais. Para tal, ensinou-se aos alunos o que seriam e como deveriam ser construídos, para que na aula seguinte eles pudessem produzir os mapas. No sentido de facilitar a construção, foram entregues aos alunos palavras-chave, e dada a instrução de que eles os construíssem da forma que conseguissem. Através dos mapas conceituais, pretendia-se verificar a aprendizagem do grupo de alunos participantes mediante o desenvolvimento de aulas seguindo a prerrogativa de adotar SEA como metodologia de ensino. Além disso, os mapas

conceituais foram escolhidos como metodologia de avaliação, pois possibilitam aos alunos, que, talvez, não se dessem bem em questões escritas, exporem suas ideias de outra forma.

As ideias prévias coletadas por meio do questionário problematizador, obtidas no primeiro momento, e os mapas conceituais, construídos no último momento da aplicação da sequência, possibilita a obtenção de elementos que permitem avaliar os efeitos produzidos pela SEA, ou seja, verificar se ela apresentou contribuições significativas para a evolução cognitiva dos alunos no que se refere ao conhecimento científico abordado. Além disso, as respostas ao questionário problematizador e os mapas conceituais possibilitam a observação de outras particularidades do processo, tais como tendências do grupo e/ou individualidades. Os dados obtidos pelos mecanismos descritos acima são discutidos de forma detalhada em seguida.

Ao analisar os mapas conceituais elaborados pelos alunos, procurou-se padrões não rígidos de correção que facilitassem a avaliação, podendo gerar uma pontuação. Toma-se os critérios de pontuação apresentados por Novak & Gowin (1984), que consideram como pontos fundamentais as proposições, as hierarquias, as ligações transversais e os exemplos. Levando-se em consideração a significância dos itens para o objetivo da pesquisa, seguiu-se orientações para pontuar um mapa quanto às ligações válidas e transversais, hierarquia e exemplificação.

No presente trabalho mostra-se resultados das questões problematizadoras do momento inicial em conjunto com os resultados dos mapas conceituais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa seção, analisa-se e discute-se o desenvolvimento da aplicação da SEA, a partir das respostas dos alunos às perguntas problematizadoras, utilizadas no primeiro momento como método de verificação das concepções prévias; e a construção dos mapas conceituais, atividade final do processo de aplicação da SEA. Pretende-se discutir separadamente o que se obteve em cada momento aqui discutido, inicial e final, para depois realizar apontamentos acerca do que os alunos conseguiram aprender mediante a proposta ofertada. A partir das concepções prévias deles, é possível verificar o quanto a aplicação da SEA e a utilização dos três momentos pedagógicos dentro de uma abordagem CTS promoveu a construção de conhecimento nos alunos.

No primeiro momento da SEA, foram empregadas cinco perguntas problematizadoras, que ao final, desencadearam nove questionamentos. Antes de responder às perguntas, os alunos tiveram contato com um texto que retratava o ambiente de uma caverna. Esse texto teve por intenção apresentar o contexto a ser trabalhado na SEA e oferecer um norteamento a respeito do tema a ser discutido em classe. Após a leitura do texto, os alunos responderam individualmente as questões, através do registro escrito; em seguida, debateu-se sobre as ideias apresentadas por eles, sem que os mediadores do processo de aplicação da SEA respondessem as questões. Isso porque pretendia-se que no decorrer do processo de ensino, os estudantes conseguissem formular respostas para as questões inicialmente postas.

Para a avaliação inicial busca-se apresentar tabelas, nas quais apresentam-se as categorias de análise obtidas a partir do agrupamento das respostas dos alunos aos questionamentos.

Tabela 1: Tabulação dos dados iniciais, oriundos da problematização acerca do conhecimento a ser trabalhado.

Questionamento	Categorias de análise	Quantitativo de alunos
1. O Que você imagina a respeito de cavernas?	1.1. Cavernas, local de certa periculosidade	7
	1.2. Cavernas, obra da natureza	5
2. Elas servem pra alguma coisa?	2.1. Sob a finalidade de turismo e estudos	6
	2.2. Resposta positiva	6
3. Você vê/imagina que há química nas cavernas?	3.1. Nos elementos que a constitui	5
	3.2. Resposta positiva	2
	3.3. Resposta negativa	5

Através das primeiras perguntas percebe-se a imagem que os alunos têm a respeito das cavernas. No terceiro questionamento, eles apontam que a química está presente nos elementos que constituem uma caverna, conforme vemos no seguinte recorte do aluno A10: “*Sim, há química nas cavernas, nas formações rochosas, [...] na cor da água*”. Essa fala revela a antecipação involuntária de alguns dos elementos a serem discutidos no decorrer da SEA, na fase em que as atividades constituintes da organização do conhecimento⁷ fazem inferência ao conhecimento científico relacionado. Pode-se ressaltar que os alunos apresentaram imagens semelhantes de cavernas; um fato já esperado, visto que o conhecimento que eles possuem sobre cavernas é oriundo dos meios de comunicação. Alguns alunos também trouxeram apontamentos a respeito das finalidades das cavernas para o homem, conforme recorte apresentado pelo Aluno A8: “*Sim, como centro de pesquisas ou então turismo*”. Ao observar-se a Tabela 1, vê-se que alguns alunos apenas responderam aos questionamentos empregando como resposta o ‘sim’ ou ‘não’.

A resposta de dois alunos ao terceiro questionamento chama a atenção, visto que eles não propuseram relações entre os elementos constituintes das cavernas com conceitos e elementos de cunho científico, como percebe-se nos recortes que seguem, aluno A11: “*Não, pois como foi algo da natureza sem a mão do homem, não é possível existir química*”; aluno A6: “*Não, pois muito antes da química existir, já havia cavernas*”. As respostas dos alunos A11 e A6 permitem inferir que estes apresentam a concepção de que a química é produto da ação do homem, não conseguindo relacionar com os elementos advindos da natureza. Uma concepção que deve ser esclarecida por meio das atividades a serem desenvolvidas em sala. Tal apontamento observado na problematização inicial⁷ implicou numa preocupação a ser contornada mediante as atividades que se seguiram durante a aplicação da SEA. As atividades posteriores demonstraram os vários aspectos químicos, exemplificados em situações reais, como a formação das estalactites e estalagmites, evidenciadas, em um caso pontual através da experimentação em classe.

Em sequência, tem-se como foco da discussão as primeiras impressões que os alunos detinham acerca das formações rochosas encontradas no interior das cavernas.

Tabela 2: Tabulação dos dados iniciais, investigação das formações rochosas presentes nas cavernas.

Questionamento	Categorias de análise	Quantitativo de alunos
4. A formação das estalactites e as estalagmites se deve ao efeito da pressão a solubilidade de gases como o dióxido de carbono (CO ₂). Você faz ideia de como isto ocorre?	4.1. Fatores externos e processos.	10
	4.2. Sem resposta.	2

Em relação ao processo de formação das estalactites, a maior parte do grupo de alunos salientou que a formação das estalactites e estalagmites se dá por meio de fatores externos, neste caso a erosão do solo, sedimentação, infiltrações e chuvas; ou ainda por meio de processos

físicos, como a ação da pressão atmosférica; e químicos, como a ação do gás carbônico no meio. A resposta do aluno A1 ressalta os processos químicos na formação das estalactites e estalagmites, conforme o seguinte recorte: “*Pela mistura de algum gás como o dióxido de carbono, com alguns sedimentos de pedras [...]*”. Percebe-se que este aluno traz uma ideia que se aproxima do processo real de formação das estalactites e estalagmites; e esta concepção observada no início da aplicação da SEA permite ressaltar que este aluno, e outros, detém certo conhecimento científico e o emprega na situação apresentada. Desse modo, ao final da aplicação da SEA tal ação poderá se constituir de maneira mais evidente, visto que um dos objetivos da SEA é apresentar o conhecimento científico de modo pontual; bem como, no segundo momento pedagógico⁷, permitir que o conhecimento tomado em classe seja aplicável em diversas situações.

Tabela 3: Tabulação dos dados iniciais, importância das formações rochosas presentes nas cavernas.

Questionamento	Categoria de análise	Quantitativo de alunos
5. Estas estruturas presentes nestas cavernas contribuem, de alguma forma, para a natureza?	5.1. Hábitat natural.	3
	5.2. Resposta positiva.	9
6. O que aconteceria se não existissem essas formações?	6.1. Diminuição da diversidade	11
	6.2. Sem resposta.	1

Poucos foram os alunos que conseguiram visualizar contribuições das estalactites e estalagmites nas cavernas, sua utilidade como moradia para animais, vide Questionamento 5. A maioria relacionou a existência de cavernas com a diversidade ambiental, ressaltando que a destruição desses espeleotemas poderia acarretar uma diminuição dessa diversidade, refletindo sobre a fauna e flora. Isso mostra a ideia que os alunos têm de que todos os elementos estão estritamente ligados, e que a destruição de um levaria a destruição do outro, é o que pode-se observar na fala do aluno A8: “*Alguns seres, como os morcegos iam diminuindo [de] quantidade.*”

Outro aspecto é o de que a existência dessas formações possibilita ao homem a descoberta de novas espécies e elementos, que não são típicos de outros ambientes, isso é perceptível no recorte da fala do aluno A12: “*Várias curiosidades [animais, estruturas e evidências] não seriam descobertas, nem outros tipos de rochas.*”

Tabela 4: Tabulação dos dados iniciais, acerca do processo de formação das formações rochosas presentes nas cavernas.

Questionamento	Categoria de análise	Quantitativo de alunos
7) As estalactites e as estalagmites poderiam ser somente encontradas dentro das cavernas?	7.1. Podem ser produzidas de outras maneiras, mas sem especificações.	10
	7.2. Formação unicamente da natureza.	2
8) Você faz ideia do que são constituídas as estalactites estalagmites?	8.1. Água, sedimentos e gases.	5
	8.2. Sem resposta.	7
9) Todas as substâncias se misturam e dissolvem completamente a outra?	9.1. Resposta positiva	2
	9.2. Particularidades para a solubilização	5
	9.3. Resposta negativa.	5

No que diz respeito às concepções de estalactites e estalagmites ser algo natural, fora feito o sétimo questionamento, a fim de identificar se os alunos imaginariam a possibilidade de tais formações serem elaboradas fora dos padrões da natureza. A partir das respostas dos alunos ao sétimo questionamento, foi verificado que a maioria dos alunos concebem que podem existir em outros lugares, mas não conseguem expor onde e/ou como; embora, tenham visualizado que as condições presentes no interior das cavernas são dificilmente reproduzidas fora delas. Assim, na elaboração da SEA, planejou-se um momento para realização de um experimento, o qual simula o processo de formação de estalactites e estalagmites.

A última questão trata de informações relacionadas às concepções de solubilidade. As respostas a esse questionamento evidenciaram que a maioria dos alunos tem conhecimento da relação entre soluto e solvente; embora, não consigam explicá-la. Uma ocorrência a salientar é que cinco dos alunos envolvidos afirmaram que nem todo soluto se dissolve em qualquer solvente, ou seja, eles conseguem perceber que tudo irá depender dos componentes da provável mistura. Assim como irão existir determinadas quantidades de soluto e solvente para respectivas diluições. Destaca-se a fala do aluno A10: “A água é o único solvente universal, e ela mesmo não dissolve tudo.”

Como método avaliativo, ao final da aplicação da SEA, e elemento da aplicação do conhecimento⁷ tomou-se a construção de mapas conceituais (MC). Tal atividade se estabeleceu como instrumento de coleta de dados, possibilitando mostrar quais conhecimentos os alunos conseguiram empregar de maneira significativa ao final da SEA. Os mapas construídos pelos alunos foram analisados, de modo a observar os elementos que foram empregados, palavras-chave, conectivos e organização. Ao final, cada MC veio a receber uma pontuação, seguindo os critérios de Novak e Gowin (1984), como vê-se na tabela a seguir.

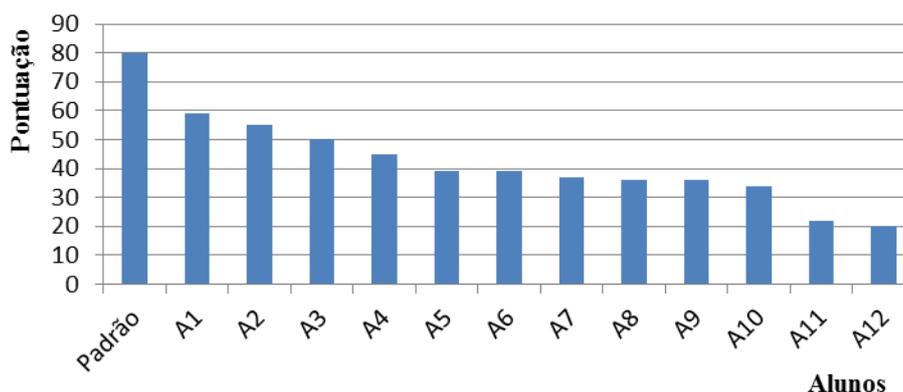
Tabela 5: Pontuação para mapas conceituais⁹.

Crítérios classificatórios	Pontuação de acordo com cada característica dos criterios classificatórios
Proposições (ligações entre dois conceitos): <i>Cada ligação se for válida e significativa</i>	1
Hierarquia: <i>Cada nível válido</i>	5
Ligações Transversais: <i>cada ligação se for válida e significativa</i>	10
Exemplos: <i>cada exemplo válido</i>	1

Fora construído um MC padrão que, seguindo os critérios de pontuação apresentados acima, obteve 80 pontos. O MC padrão fora desmembrado em um conjunto de palavras-chave a ser entregue aos alunos, a fim de que eles construíssem seus mapas individualmente. Como fora identificado que os alunos envolvidos nunca haviam construído mapas conceituais, buscou-se realizar uma atividade para introduzir tal tarefa, mostrando o funcionamento das palavras-chave, conectivos, hierarquias e ligações.

A partir dos MC produzidos pelo grupo de alunos, procurou-se refazê-los, de modo a não alterar a estrutura apontada por cada aluno, tornando a análise desse material mais clara, a fim de poder realizar os apontamentos condizentes com a ideia colocada por cada aluno. Após esse procedimento, realizou-se a pontuação dos mapas, conforme resultados apresentados no gráfico que se segue.

Gráfico1: representação da pontuação dos MC produzidos pelos alunos.



A pontuação máxima obtida dentre os alunos fora de 59 (Aluno A1) e a mínima de 20 (Aluno A12), isso não permite inferir que um ou outro MC esteja certo, ou mesmo errado. O mapa do aluno A12 traz proposições corretas, com o emprego apenas de palavras-chave que o referido aluno percebia ter relevância e significado para o conhecimento que ele detinha.

É possível visualizar que o gráfico mostra as diferentes pontuações obtidas pelos alunos; porém, em um olhar mais profundo sob os MC é cabível salientar que alguns alunos tentaram encaixar a maioria das palavras-chave que foram dadas, sem ater-se para uma linha lógica, não obtendo êxito a nível de aplicação de conhecimento.

Os alunos A5 e A12 não relataram nenhum fato químico como resposta ao terceiro questionamento do questionário inicial, mas no momento da construção do MC conseguiram relacionar cavernas com as formações rochosas calcárias, indicando a presença de carbonato de cálcio. Isso nos permite salientar que, a partir da execução da SEA, uma alteração no conhecimento individual estabeleceu-se no cognitivo do indivíduo.

Os alunos A3, A4, A6, A8, A9 e A11 também não relataram nenhum fato químico no primeiro questionamento; porém, nos seus respectivos mapas trouxeram vários eixos sobre a química presente na formação das estalactites e estalagmites, tais como o equilíbrio químico que ocorre nas cavernas; as condições existentes nas cavernas; as rochas calcárias que favorecem a formação de estalactites e estalagmites; e a solubilidade do gás carbônico. Sobre esse grupo de alunos pode-se destacar que, mesmo apresentando ideias similares, suas pontuações divergiram, visto que o modo como cada um montou seu MC seguiu uma linha diferente.

Um aspecto singular aos MC tomados à análise é que todos os alunos através do material produzido conseguiram, de alguma forma, relacionar a formação das estalactites e estalagmites com a dissolução do carbonato de cálcio em água. Os mapas conceituais dos alunos demonstraram o processo em que a água passa por uma superfície intermediária (dentro da rocha) através de gotejamentos, predominantemente em rochas calcárias, permitindo, então, um escoamento em que a água corrói e carrega os sais removidos da rocha. Desta forma, os conhecimentos básicos da ocorrência das estalactites foram assimilados, e estes permitiram compreender melhor as cavernas e todos os elementos que a constituem.

Com relação à utilização da palavra-chave que retomava o conteúdo da constante de produto de solubilidade (K_{ps}) e sua fórmula, apenas o aluno A2 conseguiu empregar em seu MC com êxito. Dois outros alunos tentaram realizá-la; porém, estabeleceram ligações não válidas. Tendo em vista este apontamento, o produto de solubilidade e sua fórmula serão refletidos na próxima aplicação da SEA; e, caso necessário, procurar-se-á adotar ou adaptar metodologias à presente proposta de ensino.

Outro ponto a ser trabalhado com maior empenho é reflexo de que apenas o aluno A1 conseguiu encaixar em seu MC os termos de soluções saturadas, insaturadas e supersaturadas; conceitos estes estritamente ligados com o produto de solubilidade.

4. CONCLUSÃO

A proposta de construção da SEA, seguindo as orientações de Méheut & Psillos (2004) e Méheut (2005), trazem contribuições significativas no processo de formação docente. Isso porque possibilita ao professor em formação, no caso da presente pesquisa, ambientar-se com o conteúdo a ser trabalhado de maneira aprofundada, visto que é necessário buscar situações e contextos favoráveis ao processo de aprendizagem. Além disso, o trabalho com SEA possibilita abordagens problematizadoras e CTS, emprego dos três momentos pedagógicos e atividades de interdisciplinaridade, de forma que seja possível trazer mais elementos para construir o conhecimento, ou reconstruí-lo, em sala de aula.

Outro aspecto é o fato de a utilização da SEA ter contribuído para os alunos aqui trabalhados conseguirem absorver bem a contextualização e relacioná-la com o conteúdo químico. Esse fato foi visualizado na análise dos mapas conceituais, que apresentavam bastantes aspectos do tema abordado na contextualização e na abordagem CTS, assim como, a presença da relação entre ele o processo químico envolvido. Porém, ainda se vê dificuldade para os alunos conseguirem assimilar todos os aspectos que estão relacionados, principalmente fórmula e equações químicas.

A utilização de mapas conceitual permite avaliar de várias formas, tanto no aspecto geral, quanto casos mais específicos; porém, determinadas pontuações propostas pelo critério de Novak (1999) não evidenciam totalmente a aprendizagem dos alunos. Foi possível gerar uma relação entre os resultados obtidos pelo questionário e os aspectos presentes no mapa; além disso, a utilização de duas metodologias como forma de obtenção de dados permite aos alunos experimentarem e verem aquela que mais expressa o conhecimento deles.

5. AGRADECIMENTOS

Ao grupo do PIBID/Química/UFS/Itabaiana, à coordenação, professores e alunos do Colégio Estadual Emeliano Ribeiro.

-
1. Mehéut M, Psillos D. Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 2004; 26(5): 515-535.
 2. Méheut M. Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. In: Boesma K. *et al.* (org.). *Research and Quality of Science Education*. Holanda: Spring.; 2005, p. 195-207.
 3. Freire P. *Pedagogia do Oprimido*. 36. ed. Rio de Janeiro: Edições Paz e Terra; 2003.
 4. Silva EL, Marcondes, MER. Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*. 2010; 12(1): 101-117.
 5. Guimarães C. C. Experimentação no ensino de química: Caminhos e descaminhos Rumo à aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*. 2009; 31(3): b 198-202.
 6. Santos WLP. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*. 2008; 1(n. especial): 1-12.
 7. Delizoicov D, Angotti JAP, Pernambuco MM. Abordagem de temas em sala de aula: Conhecimento e sala de aula. In: _____ (org.). *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. 4. ed. São Paulo: Cortez; 2011. p. 175-202.
 8. Novak JD, Gowin DB. *Aprender a aprender*. 1.ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas; 1984.
 9. Branco, PM. *Espeleologia: Estudo das cavernas*. Disponível em: <www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1278&sid=129>. Acesso em 06 de novembro de 2014 às 17:35.